

УДК 630\*182

## СТРОЕНИЕ БИОГРУПП СВЕТЛОХВОЙНЫХ И ТЕМНОХВОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ

Вайс А. А., – доцент

*Сибирский государственный технологический университет*

Автор предлагает при изучении структуры насаждений выделять промежуточные единицы между древостоями и растущими деревьями под названием «социальные» группы. В результате выполненных исследований получен ряд выводов. Распределения расстояний в биогруппах (социальных группах) в большей части (50 % и более) случаев максимально адекватно описываются нормальной и логнормальной функцией. Обосновано использование статистических показателей для описания малых выборок.

In clause questions of a structure of biogroups of various plantings are considerers. It is established, that in a greater part of distributions of distances between trees (50 % and more) were observed normal distribution. Use for an estimation of biogroups (social groups) statistics is proved.

Ключевые слова: СТРОЕНИЕ БИОГРУППА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАЛАЯ ВЫБОРКА НАСАЖДЕНИЕ СОЦИАЛЬНАЯ ГРУППА

Современный взгляд на лесное хозяйство предполагает широкое внедрение экологических положений в теоретические и прикладные вопросы.

В частности с учётом развития теории фитоценоза и таксации леса, автор предлагает при изучении структуры насаждений, выделять промежуточные единицы между древостоями и растущими деревьями под названием «социальные» группы (А. А. Вайс, 1995; А. А. Вайс, 2002; А. А. Вайс, 2004).

В настоящее время создан ряд программ для статистической обработки материала. Например, программа «Statistica» [1], в которой для описания значений признаков используют различные вероятностные распределения (нормальное, равномерное, гамма, кси-квадрат, логнормальное, экспоненциальное). Все эти функции могут быть

применены и к малым выборкам с учётом тех ограничений, о которых сказано выше применительно к распределению Стьюдента.

Для того чтобы оценить применимость данных функций к малым выборкам необходимо дать характеристики основным функциям распределения случайной величины [1].

**Нормальное распределение** чаще всего используют при описании биологических объектов:

а) среднее значение, мода и медиана равны между собой;

б) дисперсия определяется по формуле  $s^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$ ;

в) асимметрия и эксцесс равны нулю.

**Равномерное распределение** – для описания переменных, у которых каждое значение равновероятно, то есть значения равномерно распределены в некоторой области:

а) среднее значение и мода вычисляются на некотором векторе [a; b] как  $\frac{a+b}{2}$ ;

б) дисперсия  $\sigma^2 = \frac{(b-a)^2}{12}$ ;

в) асимметрия равна нулю;

г) эксцесс равен значению переменной.

**Экспоненциальное распределение** используется для описания редких событий. Если T – время между наступлениями редких событий, происходящих в среднем с интенсивностью  $\lambda$ , то величина T имеет экспоненциальное распределение с параметром  $\lambda$ . Основные характеристики:

- а) среднее  $\bar{x} = \frac{1}{I_0}$ ;                      г) дисперсия  $S^2 = \frac{1}{I_0^2}$ ;
- б) мода  $x_{\text{mod}} = 0$ ;                      д) асимметрия  $As = 2$ ;
- в) медиана  $x_{\text{med}} = \frac{1}{I_0} * \ln 2$ ;                      е) эксцесс  $E = 6$ .

**Гамма-распределение** отличается от экспоненциального тем, что мода для этого распределения не равна 0.

Основные характеристики гамма-распределения:

- а) среднее  $\bar{x} = \frac{a}{b}$ , где  $a$  – параметр формы,  $b$  – параметр масштаба;
- б) мода  $x_{\text{mod}} = \frac{a-1}{b}$ , при  $a > 1$ ;
- в) дисперсия  $S^2 = \frac{a}{b^2}$ ;
- г) асимметрия  $As = \frac{2}{\sqrt{a}}$ ;
- д) эксцесс  $E = \frac{6}{a}$ .

**Логнормальное распределение** используется в случае, когда натуральный логарифм случайной величины  $x_i$  подчинён нормальному закону распределения.

Основные характеристики логарифмически нормального распределения:

- а) среднее  $\bar{x} = a * e^{1/2\sigma^2}$ ;    г) дисперсия  $S^2 = \bar{x}^2 * (e^{\sigma^2} - 1)$ ;
- б) мода  $x_{\text{mod}} = a * e^{-\sigma^2}$ ;    д) асимметрия  $As = \left( e^{\sigma^2} - 1 \right)^{\frac{1}{2}} * \left( e^{\sigma^2} + 2 \right)$ ;
- в) медиана  $x_{\text{med}} = a$ ;
- е) эксцесс  $E = \left( e^{\sigma^2} - 1 \right) * \left( e^{3\sigma^2} + 3e^{2\sigma^2} + 6e^{\sigma^2} + 6 \right)$ .



**Искусственная биограмма** – определяется в камеральных условиях по планам, на которых все особи соединены прямыми отрезками по кратчайшим расстояниям методом «Вороного» [2]. Центром данной биограммы является условная центральная древесная особь, а также ближайшие по радиусу «соседи», с которыми данное условное растение соединено.

Социальные условия в биограмме определяются числом «соседей», а также расстояниями до ближайших особей.

Характеристиками биограмм, как было установлено выше, являются: объём малой выборки (число «соседей»), а также ряд статистик (среднее расстояние, изменчивость, стандартное отклонение и т.д.), определение которых зависит от применяемого вида распределения.

Использование распределения Стюдента ограничено рядом требований [3], и при  $n > 7$  шт. малая выборка может быть описана другими распределениями. Поэтому мы применили различные виды распределений (пакет «Statistica») для описания распределений расстояний в биограммах (малые выборки).

Оценка распределений производилась по критерию Колмогорова-Смирнова (минимальное значение  $\lambda$ ). С целью анализа в древостоях методом механической выборки было отобрано от 2 до 5 биограмм для разного числа «соседей» (4–14 шт.). В пихтовых ценозах (*Abies sibirica*) осуществлялся отбор особей только главной породы (пихты). Всего было взято около 300 биограмм.

Косвенным признаком характеристики среднего расстояния в ценозе и размеров особей является относительная полнота. Именно этот показатель учитывался при описании горизонтальной структуры на уровне древостоя. Результаты оценки распределения средних расстояний для различных ценозов приведены в таблице 1.

Анализ таблицы 1 позволяет получить следующие предварительные выводы:

а) большая часть распределений расстояний в биогруппах соответствует нормальному и логнормальному распределению (69,7–91,4 %);

б) наблюдаемая закономерность не зависит от относительной полноты ценоза.

Интересным является вопрос, будут ли различаться виды распределений, максимально адекватно описывающие расстояния в естественных и искусственных биогруппах (социальных группах)? Ответ на данный вопрос даёт таблица 1.

Таблица 1 – Процентное соотношение распределений расстояний деревьев в биогруппах исследуемых древостоев

Состав	Полнота	Вид распределения					
		N	E	LN	G	$\Lambda^2$	R
		%					
<b>Смешанные пихтовые древостой</b>							
5П2Б2Ос1Е	1,42	70,0	13,3	-	6,7	6,7	3,3
4ПЗБ2К1Е	1,64	50,0	-	33,3	8,3	5,6	2,8
7П2Л1Е+К,Б	1,31	52,5	2,5	30,0	10,0	2,5	2,5
6П2К2Е + Б	0,60	37,1	-	54,3	2,9	-	5,7
<b>Кедровые древостой</b>							
10К	0,40	54,8	2,4	19,0	9,5	2,4	11,9
10К	1,17	48,5	-	21,2	9,1	9,1	12,1
<b>Сосновые древостой</b>							
10С	0,19	Искусственные группы					
		40,0	6,7	33,3	13,3	6,7	-
10С	0,35	Естественные группы					
		50,0	-	30,0	-	-	20,0
10С	0,35	Искусственные группы					
		80,0	-	20,0	-	-	-
8С(210) 2С(80)	0,41	Естественные группы					
		50,0	-	50,0	-	-	-
10С	0,52	Искусственные группы					
		30,0	10,0	20,0	-	20,0	20,0
10С(80) ед С(240)	0,83	Естественные группы					
		66,7	-	-	33,3	-	-
10С	0,52	Искусственные группы					
		40,0	33,3	20,0	-	-	6,7
10С(80) ед С(240)	0,83	Естественные группы					
		40,0	-	60,0	-	-	-
10С(80) ед С(240)	0,83	Искусственные группы					
		33,3	6,7	30,0	6,7	16,7	6,7
10С(80) ед С(240)	0,83	Естественные группы					
		50,0	-	37,5	12,5	-	-

Примечание: N – нормальное распределение; E – экспоненциальное распределение;  $\Lambda^2$  – кси-квадратное распределение; LN – логнормальное распределение; G – гамма-распределение; R – равномерное распределение.

Сравнительный анализ показывает, что различия между естественными и искусственными (социальными) группами в рассматриваемых видах распределений расстояний не наблюдается. На нормальное и логнормальное распределение приходится в естественных биогруппах 66,7–100 %, а в искусственных биогруппах 50,0–75,0 %.

С увеличением числа «соседей» (объёма выборки) любое распределение становится более устойчивым. Поэтому важно узнать, влияет ли число расстояний в биогруппах на доминирующий вид распределения.

В таблице 2 приведены данные о доминирующих распределениях расстояний в биогруппах с увеличением количества «соседей».

Биотические факторы (состав, полнота), категории биогрупп, а также пространственные факторы (число «соседей») не оказывают влияние на вид распределения. Всё это указывает на то, что устойчивость в распределении признака, в данном случае расстояния, наступает при объёме выборки больше 30. Несмотря на то, что в биогруппах объём малой выборки не превышал 14 вариантов, при среднем 6–8 шт., форма кривой распределения расстояний указывала на доминирование нормального распределения (таблица 2).

В результате выполненной работы, можно сделать следующие выводы:

а) распределение Стюдента, характеризующее малую выборку, имеет ряд ограничений при использовании его для описания расстояний в биогруппах (социальных группах). Характеристики этого распределения зависят от объёма выборки. При этом с увеличением числа вариантов распределение Стюдента стремится к нормальному распределению;

Таблица 2 – Виды распределений, доминирующие при разном объёме малой выборки

Состав	P	Число «соседей»										
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		Распределения доминирующие										
5П2Б2Ос1Е	1,42	N	N	N	N	N,E	N	N	-	-	-	-
4ПЗБ2К1Е	1,64	N	LN	N	N,LN	N	N	LN	-	-	-	-
7П2Л1Е+К,Б	1,31	N	N	LN	N,LN	LN	H	H	G	-	-	-
6П2Е2К+Б	0,60	LN	N,LN	N	LN	LN	LN	N	-	-	-	-
10К	0,40	N	G	N	N	N	N	-	-	-	-	-
10К	1,17	N	N	N,G	N	N	N	-	-	-	-	-
10С	0,19	Искусственные группы										
		N	N,LN	LN	-	-	-	-	-	-	-	-
		Естественные группы										
		N	N,R	N,LN	N,LN	-	-	N,LN	-	-	-	N,LN
10С	0,35	Естественные группы										
		-	N	N	N	-	-	-	N	-	-	-
8С(210)2С(80)	0,41	Естественные группы										
		N,LN	N,LN	N,LN	-	-	-	-	-	-	-	-
		Искусственные группы										
		$\Lambda^2$	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10С	0,52	Естественные группы										
		-	N	-	-	-	-	-	G	-	-	N
		Искусственные группы										
		N,E	E	N	-	-	-	-	-	-	-	-
10С(100)едС(240)	0,60	Естественные группы										
		-	LN	-	N	-	N	-	-	-	-	-
		Искусственные группы										
		N	N,LN	N	N	N	-	-	-	-	-	-
8С(100)2С(210)	0,69	Искусственные группы										
		N	E	N,G	LN	N	-	LN	-	-	-	-
10С(80)едС(240)	0,83	Естественные группы										
		-	N	N	N	N	-	-	-	-	-	-
		Искусственные группы										
		N,LN	LN	N, $\Lambda^2$	H,R	$\Lambda^2$	N,LN	N,LN	-	-	-	-

б) использование для описания распределений расстояний в био группах (социальных группах) ряда функций (нормальное, логнормальное,  $\lambda^2$ , гамма, равномерное, экспоненциальное) показало, что в большей части (50 % и более) расстояния максимально адекватно описываются нормальным и логнормальным распределением;

в) применение малых выборок для изучения ростовых и пространственных процессов в ценозах на уровне био групп (социальных групп) возможно, поскольку большая часть распределений расстояний подчиняется закону нормального распределения;

г) оценка малых выборок в биогруппах (социальных группах) с помощью статистических показателей (среднего значения, стандартного отклонения) обосновано и может применяться для описания структурных и ростовых процессов в ценозе на уровне биогрупп (социальных групп).

### Литература

1. Боровиков В. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. СПб.: Корона, 2001. 656 с.
2. Мусин О.Р. Диаграмма Вороного и триангуляция Делоне // Инф. бюлл. ГИС – Ассоциации. 1999. №2 (19). с. 51-52; №3 (20). с. 9-10.
3. Вайс А.А. Математическое обоснование использования статистических показателей для оценки «социальных» групп ценозов // Современные проблемы устойчивого управления лесами, инвентаризации и мониторинга лесов: мат. междунауч.-техн. конф. Санкт-Петербург.: Севзаплеспроект, 2006. с. 76-81.